

Şehirleşme ve Doğalgaz Kullanımının Erzurum Hava Kalitesine Etkisi

Fatma Sezer TURALIOĞLU¹

ÖZET: Erzurum'da yeni açılan yerleşim yerlerinin ve doğalgaz kullanımının şehir hava kalitesine etkisini belirlemek için SO₂ ve dumanın zamansal ve alansal değişimi araştırılmıştır. Kirleticilerin alansal dağılımını görmek için, 3 farklı yılın duman ortalama verileri ile Kriging metodu kullanılarak eş kirlilik eğrileri çizilmiş, ortalama kirlilik eğrisinin şehrin batı ve kuzeybatısındaki yeni yerleşim bölgelerinden dolayı son yıllarda doğuya kaydığı görülmüştür. Kirleticilerin zaman içindeki değişimini görmek için 2000 yılından itibaren ortalama kirletici konsantrasyonları incelenmiştir. Doğalgaz kullanımından sonra kirletici konsantrasyonlarının azaldığı ve yakıt kaynaklı kirletici olan SO₂ konsantrasyonunun AB sınır değerine inerken, PM₁₀ veya duman konsantrasyonunun henüz AB sınır değerini yakalayamadığı görülmüştür.

Anahtar kelimeler: SO₂, duman, şehirleşme, kriging, doğalgaz



The Effect Of Urbanization and Usage of Naturalgas In Air Quality of Erzurum

ABSTRACT: The temporal and spatial change of sulphur dioxide (SO₂) and smoke are investigated in Erzurum to assess the effect of new residential areas and the use of naturalgas. Pollutants contours are drawn in Erzurum by using Kriging method for determination of regional distributions of smoke (as the averages of 3 different years). It was shown that average pollution contours move to the east part of the city in last years due to new settlement area in western and north-western parts. The average concentrations of pollutants were evaluated since 2000 year in order to see temporal variations of pollutants. It was seen that pollutants concentrations have declined rapidly after the use of natural gas. EU limit values of PM₁₀ couldn't be yet reached although SO₂, which is a pollutant caused by fuel, decrease to EU limit values.

Keywords: SO₂, smoke, urbanization, kriging, naturalgas

¹ Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author : Fatma Sezer TURALIOĞLU, fsezert@atauni.edu.tr

GİRİŞ

Hava kirliliği, dünyada olduğu gibi ülkemizde de halen yaşanan önemli bir çevresel sorundur. Bu sorun yoğun yerleşim alanlarının bulunduğu yörelerde, özellikle kış aylarında, tehlikeli boyutlara ulaşmaktadır. Erzurum da kış aylarında yoğun hava kirliliğinin yaşandığı önemli merkezlerden biridir. Merkez nüfusu 403000, merkez alan büyüklüğü 52,8 km² olan Erzurum'da şehir merkezi 1800-2000m yükseltide kurulmuş olup çevresi 3200m yüksekliğinde dağlarla çevrilmiştir. Şehrin coğrafik ve topoğrafik yapısı sert karasal iklim oluşmasına neden olmuştur. Yıllık sıcaklık ortalaması 6°C ve günlük ortalama sıcaklığın 5°C den düşük olduğu gün sayısının 165 olması ile Erzurum ülkemizin en soğuk illerinden birisidir. Ayrıca yaz aylarında ortalama rüzgar hızı 3 m/sn iken, ısınmaya ihtiyaç duyulan kış aylarında bu değer 2 m/sn ye kadar düşmektedir. Tüm bu olumsuzluklar, Erzurum'da kış aylarında hava kirliliğinin artmasına neden olmaktadır.

Erzurum'da nüfus artış hızı oldukça düşük olmasına rağmen köyden şehre olan göçler ve toplumun çekirdek aileye doğru gitmesi nedeniyle 1984 den 2000 yılına kadar konut sayısındaki artış hızı % 74 (DİE, 2001) gibi büyük değere ulaşmıştır. Bu konut ihtiyacını karşılamak için şehirde hava kirliliği meteorolojisine dikkat edilmeden önce Yenişehir sonra sırasıyla Dadaşkent, Şükrüpaşa ve Yıldızkent imara açılmıştır.

Hava kirliticilerinin zamansal değişiminin yanında bölgesel dağılımının da bilinmesi şehir planlaması yönünden oldukça önemlidir. Zira şehrin topoğrafik yapısı ve hakim rüzgar yönü gibi bazı meteorolojik parametrelerin şehirleşmede dikkate alınmaması nedeniyle yeni yerleşime açılan yerlerden salınan hava kirliticiler, şehir hava kalitesi yükünü artırdığı gibi şehir merkezi üzerinde de üniform olarak dağılamamakta ve bazı kötü şehirleşmenin olduğu bölgelerde kirlilik birikimine neden olabilmektedir.

Bu çalışmada Erzurum'da hava kalitesinin zamansal ve bölgesel değişimi incelenmiş ve bu değişime şehirleşmenin ve yakıt çeşitlerinin etkisi araştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

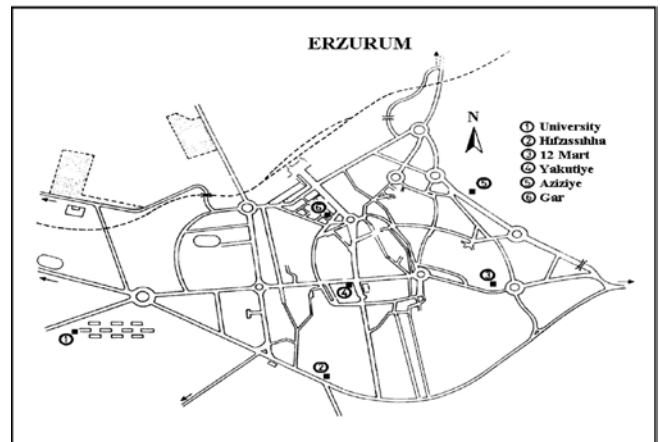
Örnekleme noktaları

Erzurum da hava kalitesini belirlemek amacıyla Atatürk Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma Merke-

zi tarafından Erzurum şehir merkezinde altı istasyonda (Yakutiye, Hıfzısıhha, 12 Mart, Üniversite, Aziziye, Gar) 1983-2007 yılları arasında kükürt dioksit (SO₂) ve duman ölçümü yapılmıştır. Bu ölçüm istasyonlarının konumu Şekil 1 de gösterilmiştir. Atmosferik ortamdan pompa ile çekilen hava içerisindeki SO₂ gazı yıkama şişesi içerisindeki, H₂O₂ çözeltilisinden geçirilerek H₂SO₄'e dönüştürülmekte ve uygun indikatör varlığında standart bazla titre edilerek sarfiyattan SO₂ konsantrasyonu hesaplanmaktadır. Duman ise, filtrede tutulan toz örneklerinin reflektometrik değerlendirilmesi ile tespit edilmektedir. 2007 yılından beri de Erzurum Çevre İl Müdürlüğü tarafından tek noktada SO₂ ve PM₁₀ ölçümü online sistemle yapılmaktadır.

Kullanılan Yakıtlar

1985 yılına kadar şehirde yerli kok kömürü (ısı değeri yüksek, kükürt içeriği düşük) kullanılmış, bu tarihten sonra yerli kok kömürünün demir-çelik sanayisine kaydırılmasıyla 1995 yılına kadar yerini kalitesiz yerli linyitler almıştır. Bu yıllar arasında şehirde görülen yoğun hava kirliliğinden dolayı 1995'den itibaren daha kaliteli olan ithal linyitler kullanılmıştır. Doğalgaz 2004-2005 kış sezonunda kullanıma sunulmuş, ilk yıl şehrin doğalgaz kullanım oranı %8-10 arasında olurken sonraki yıllarda bu oran artarak devam etmiş ve son yıllarda bu % 60'a kadar yükselmiştir. Geri kalan aboneler (%40) ısınmada kömür kullanmaya devam etmektedir. Bu kömürlerin içerisinde ithal linyitler olduğu gibi, sosyal yardımlaşma fonu tarafından şehirdeki ihtiyaçlı ailelere dağıtılan yerli kalitesiz linyitler de bulunmaktadır.



Şekil 1. Erzurum'da hava kalitesi ölçüm istasyonlarının konumu

Kriging Yöntemi

Kriging, 1951 yılında ilk defa D. G. Krige isimli Güney Afrikalı bir maden mühendis tarafından uygulanmış ve 1971 yılında da Matheron tarafından geliştirilmiş, geoistatistiksel bir enterpolasyon yöntemidir (Golden Software, 2002).

Kriging yöntemi ağırlıklı ortalama yöntemine benzer bir şekilde yakındaki noktalardan daha fazla etkilenebilir. Sağlayan bir ağırlık modeli kullanır. Kriging yönteminin genel denklemi,

$$Z_p = \sum_{i=1}^n W_i \times Z_i \quad (1)$$

şeklinde dir. Burada;

Z_p : P noktasının aranan değeri

W_i : Z_p nin hesabında kullanılan her bir Z_i ye karşılık ağırlık değerleri

Z_i : Z_p nin hesabında kullanılan noktaların değerleri

n : Z_p nin hesabında kullanılan nokta sayısı

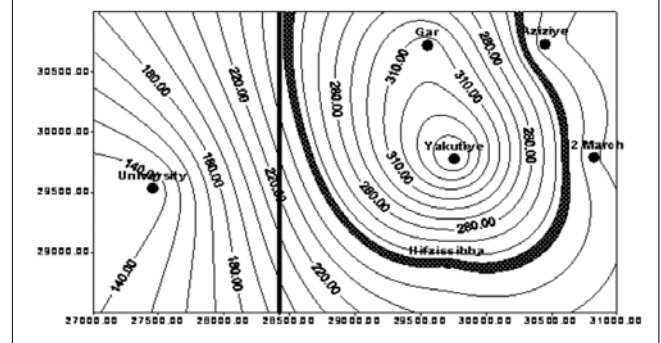
Bu çalışmada, Simple Kriging yöntemince eş kirlilik eğrileri Surfer 6 paket programı yardımı ile çizilmiş ve $\pm 2,5 \mu\text{g m}^{-3}$ lük standart sapma ile ortalama konsantrasyon aralık çizgileri de siyahlatılarak belirginleştirilmiştir. Çizilen bu eş kirlilik eğrileri vasıtası ile şehirleşmenin hava kalitesine etkisi incelenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

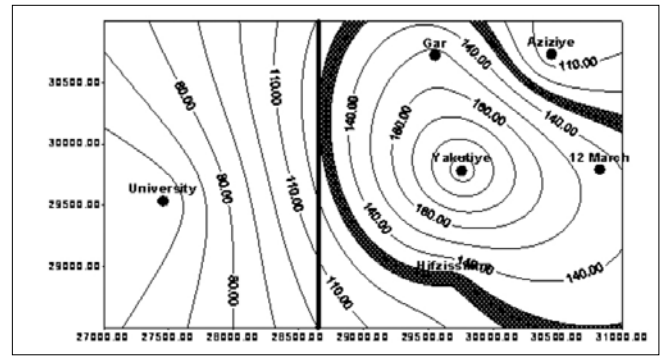
Şehirleşmenin Hava Kalitesine Etkisi

Erzurum şehir merkezinde hava kalitesine şehirleşmenin etkisini araştırmak için Kriging yaklaşımı kullanılarak ortalama duman konsantrasyonunun eş kirlilik eğrileri farklı yıllar için çizilmiş ve şehir ortalama konsantrasyon eğrileri koyu renkle gösterilerek Şekil 2a-c de verilmiştir. Şehirleşmenin ve şehir nüfusunun düşük olduğu 1990'lı yıllarda ortalama duman eğrisi Şekil 2a'dan görüleceği üzere yaklaşık x eksenini 28400 de kesecek şekilde geçerken yıldan yıla bu ortalama duman eğrisi sağa (Doğuya) doğru yaklaşmıştır. 1994'lü yıllarda yaklaşık x eksenini 28600 den kesmekte (Şekil 2b) ve son olarak da 2003 yılında x eksenini yaklaşık 28900 den (Şekil 2c) kesecek şekilde geçmektedir. Ortalama duman konsantrasyon eğrisi yıldan yıla şehrin doğusuna doğru kaymıştır. Bu durum, Erzurum'da batı

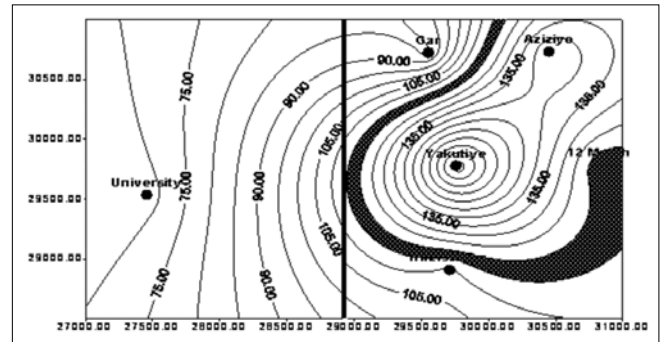
(W) ve kuzeybatı (NW) yönlerinde yerleşime açılan Dadaşkent ve Yıldızkent semtlerinden çıkan hava kirlleticilerin şehrin hakim rüzgar yönü (WNW-ESE) ile doğu bölgelerine taşınmasına bağlanmaktadır.



(a) 1990-1991



(b) 1994-1995



(c) 2002-2003

Şekil 2. Duman konsantrasyonlarının a)1990-91 b)1994-95 c)2002-03 yıllarındaki bölgesel dağılımı

Doğalgaz Kullanımının Hava Kalitesine Etkisi

Avrupa Birliği (AB) sürecindeki ülkemiz de çevre konusunda ki yönetmeliklerde sürekli iyileştirme ve düzeltme yapılmaktadır. Hava kalitesiyle ilgili olarak "Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği" hazırlanmıştır. Bu yönetmelik de, şehir atmosferin-

de kirletici çeşidine bağlı olarak 2013-2017 yıllarından sonra AB sınır değerlerinin uygulanacağı, bu yıllara kadar (geçiş döneminde) eski sınır değerlerin geçerli olduğu bildirilmiştir. Yönetmelik de geçiş dönemi SO₂ ve PM₁₀'un kış sınır değerleri sırasıyla 250 ve 300 µg/m³ olup, 2013 yılından itibaren uygulanacak sınır değerler (AB sınır değerleri) ise sırasıyla 20 ve 40 µg m⁻³ olmuştur.

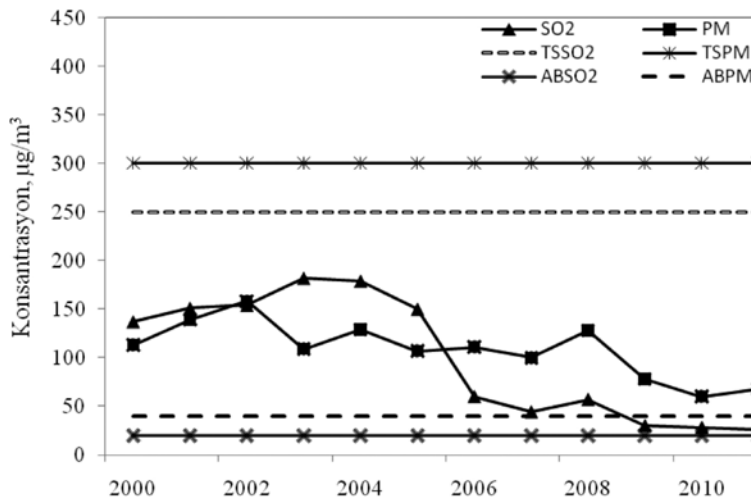
Erzurum'da 1980'li yıllarda başlayan hava kirliliği sorunu şehre 1990'li yıllarda giren kalitesiz linyitlerden dolayı 1990-1995 yılları arasında maksimum değerlere ulaşmıştır. 1995 yılından sonra ısınmada ithal linyit kullanımı nedeniyle hava kalitesi giderek düzelmeye başlamış ve bu değerler o dönemde kullanılan Hava Kalitesi Korunması Yönetmeliğindeki sınır değerlerin altında kalmıştır (Turalioğlu, 1999). 2000 yılından itibaren Erzurum'da ki SO₂ ve duman/partikül madde miktarları Şekil 3 de gösterilmiştir. Şekil 3'den görüleceği gibi şehirde SO₂ konsantrasyonu 2005 yılından itibaren hızlı bir şekilde azalmaya başlamış ve son yıllarda SO₂ değeri, Avrupa Birliği sınır değerine inmiştir. Partikül madde miktarı da son yıllarda azalmasına rağmen henüz Avrupa Birliği sınır değerinin altına inmemiştir. Şehirde ısınma da 2004 yılına kadar ithal linyitle birlikte yerli linyit kullanılmış ve 2004-2005 kış sezonunda şehre doğalgaz verilmiştir. İlk yıllar şehrin doğalgaz kullanım oranı oldukça düşük iken, son yıllarda bu oran %60 civarına yaklaşmıştır. SO₂ tamamen yakıt kalitesizliğinden (S içeriğinden) kaynaklanan bir

kirletici olduğu için ısınmada kaliteli yakıt (doğalgaz) kullanılmasıyla bu kirletici kontrol edilebilmiş, fakat partikül maddenin şehir atmosferindeki kaynakları çok çeşitli ve yanma kaynaklarının dışında da olabileceği için kaliteli yakıt kullanımı ile bu değer Avrupa Birliği sınır değerinin altına inememiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Erzurum'da 1990' lı yıllarda hızla artan hava kirliliği sorunu 1995'li yıllarda kaliteli ithal linyitlerin şehre girmesiyle azalmaya başlamıştır. Fakat bu yıllarda hava kalitesi meteorolojisine dikkat edilmeden açılan yeni yerleşim yerleri şehrin hava kirlilik yükünü doğuya doğru kaydırmıştır. Ayrıca doğalgazın şehre 2004 yılında gelmesi ve takip eden yıllarda kullanımının artarak %60'lara varması şehir hava kalitesini büyük oranda iyileştirmiştir. Fakat bazı olumsuz meteorolojik koşullarda (inversiyonun ve düşük rüzgar hızının olduğu günlerde) şehrin doğu tarafındaki çukur bölgelerde kirleticiler belli sürelerle birikebilmiştir. Bu nedenle meteorolojinin olumsuz olduğu günlerde hava kirliliği sorunu yaşanmaması için atmosfere verilen kirletici miktarlarını azaltmak, bunun içinde doğalgaz kullanımını daha da artırmak gerekmektedir (Pulikesi ve ark., 2006). Özellikle yerli linyitin şehre sokulmaması ve ekonomik alım gücü düşük olan şehir halkının doğalgaz kullanımını artırabilmek için devletin doğalgaz uygulamasına teşvik uygulaması gerekmektedir.

TSSO2: SO₂'nin Türkiye'de ki mevcut sınır değeri, TSPM: PM'in Türkiye'de ki mevcut sınır değeri
ABSO2: SO₂'nin Avrupa Birliği sınır değeri , ABPM: PM'in Avrupa Birliği sınır değeri



Şekil 3. Erzurum'da hava kalitesinin zamanla değişimi ve sınır değerlerle karşılaştırılması

Sonuç olarak, şehirlerde yeni yerleşim alanlarının seçiminde şehrin topografik yapısı yanında meteorolojik koşullarının da dikkate alınması, oluşacak hava kirliliğinin daha üniform yapıda dağılımına neden olacak ve şehirde kaliteli yakıt (doğalgaz) kullanımının teşvik edilmesi de atmosfere atılacak kirletici yükünü düşürecektir. Böylece, alıcılar (insan ve çevre) daha düşük düzeylerde hava kirliliğine maruz kalarak zararlarından korunabilecektir.

KAYNAKLAR

- AB (Avrupa Birliği). Council Directive, 1999. 1999/30/EC relating to limit values for sulphur dioxide, nitrogen dioxide and lead in ambient air. Of J Eur Communities; L 163:14-30.
- DiE, 2001. www.die.gov.tr
- Golden Software, 2002. Surfer 7, User's Guide: Contouring and 3D surface mapping for scientist and engineers, Colorado, USA.
- Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği, 2008. 06.06.2008 tarih ve 26898 sayılı Resmi Gazete.
- Matheron, G., 1971. The theory of regionalized variables and its applications. Les Cahierdu Centrede Morphologie Mathematique 5: 211.
- Pulikesi, M., Baskaralingam, P., Elengo, D., Rayudu, V.N., Ramamurthi, V., Sivanesan, S., 2006. Air quality monitoring in Chennai, India, in the summer of 2005. J. Hazard. Mater. B 136, 589-796.
- Turaloğlu, F.S., Demircioğlu, N., Bayraktar, H., 1999. Erzurum'un Hava Kalitesindeki Değişmeler ve Nedenleri. Hava Kirlenmesi ve Kontrolü Ulusal Sempozyum, 27-29Eylül. İzmir.